

Univerzita Karlova v Praze
Přírodovědecká fakulta

Studijní program: Geologie
Studijní obor: Praktická geobiologie



Kristýna Prylová

**Vývoj struktury ptačích společenstev v České republice: od diverzity
k homogenizaci**

Trends in structure of bird communities in the Czech Republic: from diversity
to homogenization

Bakalářská práce

Vedoucí závěrečné práce:
Mgr. Jiří Reif, Ph.D.

Praha, 2011

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, 8. 8. 2011

Podpis

Poděkování:

Poděkování patří vedoucímu bakalářské práce Mgr. Jiřímu Reifovi, Ph.D. za odborné vedení, pomoc při analýze dat a poskytnutí literárních podkladů.

Abstrakt

Biotická homogenizace je proces měnící funkčně ekologickou strukturu společenstev. Ptačí společenstva se mění od diverzifikovaných k homogenním především kvůli tomu, že specializované druhy jsou nahrazovány druhy nespecializovanými (generalisty), a z hlediska své ekologické funkce se stávají vzájemně podobnějšími. Příčiny mohou být jednak v probíhající klimatické změně, jednak ve změnách způsobu užívání krajiny člověkem.

Na základě výpočtu indexu specializovanosti společenstva (CSI) jsem ukázala, že ptačí společenstva v České republice skutečně za posledních více než 20 let vykazují trend směřující k jejich homogenizaci. Vliv klimatické změny byl dokumentován výpočtem teplotního indexu společenstva (CTI), který odráží relativní zastoupení teplomilných a chladnomilných druhů. Ten na rozdíl od klesajícího CSI stoupá. Pozornost byla věnována i vlivu homogenizace na druhovou diverzitu; ta se oproti výsledkům z jiných zemí podstatně nemění. Je pravděpodobné, že se na zjištěných jevech podepisuje postupné oteplování klimatu v České republice, případně častější výskyt jeho doprovodných projevů jako jsou prudké bouřky nebo vzrůstající intenzita zemědělské výroby.

Abstract

Biotic homogenization is a process changing functional structure of ecological communities. Bird communities are changing from homogeneous to diversified primarily because specialist species are replaced by non-specialized species (generalists), and in terms of their ecological functions are becoming more similar to each other. Causes can be both in the current climate change and in human-induced land use changes.

Using the community specialization index (CSI), I showed that bird communities in the Czech Republic show a trend towards the higher homogenization over the past 20 years. Effect of climate change has been documented by calculation of the community temperature index (CTI), which reflects the relative proportion of species living in lower and higher temperatures. In contrast to CSI, CTI increased over the same time period. Moreover, I focused on the relationship of homogenization with species richness and compared to the results from other countries, it does not change significantly. The observed phenomena were probably caused by a gradual climatic warming in the Czech Republic, accompanied with more frequent occurrence of other climate change symptoms such as severe storms. A second cause underlying the homogenization could be increasing intensity of agricultural production.

Obsah

1. Úvod	7
1.1 Příčiny změn složení ekologických společenstev	7
1.2 Druhové bohatství	8
1.3 Biotická homogenizace	10
1.4 Jaké environmentální faktory mohou způsobovat homogenizaci ptačích společenstev v České republice?	12
1.5 Cíle práce	15
2. Materiál a metodika	16
2.1 Data	16
2.2 Výpočty charakteristik ptačích společenstev	17
2.3 Statistické zpracování	19
3. Výsledky	20
3.1 Popis charakteristik ptačích společenstev	20
3.2 Změny charakteristik ptačích společenstev v čase	20
3.3 Analýza environmentálních faktorů jako možných příčin změn v ptačích společenstvech	24
3.3.1 Intenzifikace zemědělství	24
3.3.2 Rozšiřování měst	25
3.3.3 Oteplování klimatu	26
4. Diskuse	27
5. Závěr	30
Zdroje	32

1. Úvod

1.1 Příčiny změn ve složení společenstva

Společenstva jsou tvořena druhy, jejichž rozšíření se na dané lokalitě překrývá. Distribuce ptáků v prostoru je do značné míry určena rozšířením prostředí, které jednotlivé druhy rozpoznávají jako příznivé a svá stanoviště si vybírají primárně prostřednictvím přímé odpovědi na teplotu prostředí (Svårdson, 1949). Změna v rozšíření a početnosti jednotlivých druhů tedy vyústí ve změny složení společenstva. Příčiny těchto změn mohou být různé:

1) náhodné procesy kolonizace a extinkce

MacArthur a Wilson (1967) zavedli teorii, která vysvětlovala dva základní vztahy v ostrovní biogeografii: narůstající počet druhů se zvětšující se plochou ostrova (species-area relationship) a klesající počet druhů s narůstající izolovaností ostrova (species-isolation relationship). Tyto vztahy byly biogeografům dobře známy již od konce 18. století, ale pravděpodobně největší inspirace pro jejich teorii však přišla až z pozorování, kde imigrace a extinkce druhů byly relativně častým fenoménem dokonce i v ekologickém čase. Během dvacátého století opakované biologické průzkumy Krakatau a jiných ostrovů zbavených života v důsledku sopečné činnosti prozradily, že imigrace a extinkce byly opakující se procesy a že ostrovní společenstva byla vystavena značné obměně (species turnover) tím, jak noví kolonisté nahrazovali vymřelé druhy (Divíšek et al., 2010).

Práce MacArthura a Wilsona (1967) navrhla, že biota na všech ostrovech je v dynamické rovnováze mezi imigrací nových druhů a extinkcí druhů současných. Očekává se, že za konstantního obratu druhů zůstane druhová diverzita nezměněna. Tato rovnovážná hypotéza by neměla platit, pokud druhy se specifickými ekologickými vlastnostmi reagují na stávající environmentální změny rychleji než ostatní, a druhová bohatost by mohla být ovlivněna (Devictor & Robert, 2009).

2) vnitřní faktory související s dynamikou populací:

Negativní hustotní závislost. Se zvyšující se velikostí populace klesá darwinovská fitness (zdatnost) každého jejího člena. Konkurence o společné zdroje je jedním z mechanismů vedoucích k takovéto závislosti. Vnitrodruhová kompetice směřuje ke snížení či zpomalení individuálního růstu a vývoje, ke snížení množství zásob nebo zvýšení nebezpečí napadení predátorem. To může dále vést ke zkrácení

délky života, anebo i ke snížení plodnosti (Begon et al., 1997). Někteří jedinci jsou vytlačeni do suboptimálních míst (Svårdson, 1949). Ukazuje se však, že zejména při malých populačních velikostech, kdy je konkurence slabá, to platit nemusí. V takové situaci může docházet ke zcela opačnému jevu, kdy se zvyšující se velikostí populace zdatnost každého jejího člena roste. Tento jev se nazývá Allee efekt (podle amerického ekologa W. C. Alleeho) a může vést až k dosažení minimální kritické populační velikosti, která je nutná k přežití populace jako celku: klesne-li velikost populace pod tuto hodnotu, pak populace s velkou pravděpodobností vymírá (Courchamp et al., 2008).

3) vnější faktory způsobující změny rozšíření a početnosti jednotlivých druhů: změna prostředí (změny ve vyžívání krajiny člověkem, ale i přirozené změny jako přírodní katastrofy), klimatická změna (globální zvyšování průměrné teploty), mezidruhová kompetice (soupeření druhů společenstva o totožné zdroje v dané lokalitě může vést až ke kompetičnímu vyloučení jednoho ze soupeřících druhů; vyloučený druh tak vymizí ze společenstva), lov atd.

Tato práce se dále bude zabývat právě touto skupinou faktorů ovlivňujících změny ve složení společenstev.

1.2 Druhovité bohatství

Regionální druhové bohatství je dáno rovnováhou mezi procesy speciace a extinkce; ty jsou ovlivňovány níže popsanými faktory.

Jedno z několika obecných pravidel, které platí v ekologii, je, že druhová bohatost (tj. počet druhů) je pozitivní funkcí velikosti plochy. Vztah mezi počtem druhů a velikostí plochy (species-area relationship, SAR) se běžně používá k predikci extinkce druhů následující po ztrátě a fragmentaci stanoviště (Pimm & Askins, 1995; Lewis, 2006).

Jiný způsob vysvětlení trendů druhové bohatosti je vztah mezi počtem druhů a množstvím energie (species-energy relationship, SER) (Wright, 1983; Rosenzweig, 1995), který navrhuje, že velikost plochy pouze zastupuje množství energie a že hlavním důvodem, proč druhová bohatost stoupá s velikostí plochy, je fakt, že větší území obsahují více energie. Analogicky a se stejnými předpoklady jako SAR může být teorie SER použita k predikci ztráty druhů ve vztahu k množství energie

odebrané ze systému a také umožňuje předvídat potenciální dopady klimatických změn prostřednictvím změn ve srážkách a okolní teplotě.

Je navrženo několik příčinných mechanismů SER, které mohou záviset na tom, jak je měřená dostupnost energie (Evans et al., 2005a).

Hypotéza omezení rozsahu navrhuje, že více druhů může být fyziologicky tolerantnějších ke klimatickým podmínkám ve vysokoenergetických areálech (Kerr et al., 1998; Evans et al., 2005a) a vysoké teploty umožní endotermům investovat místo do udržování tělesné teploty do růstu a reprodukce, což vede k větším populačním velikostem, které tlumí extinkce (Turner et al., 1988), a tedy zvyšují diverzitu.

Hypotéza více jedinců (Srivastava & Lawton, 1998) navrhuje, že stoupající dostupnost energie zvyšuje počet jedinců, to umožňuje druhům udržet větší populace, které snižují rizika extinkce, tedy stoupá druhová bohatost. Tato hypotéza předpovídá, že nejvzácnější druhy by měly projevit nejsilnější SER (Evans et al., 2005b,d).

Podle *hypotézy vzorkování založeného na energii* produktivnější oblasti podporují více jedinců a budou tak obsahovat více druhů, pokud jsou jedinci náhodně vybírání z regionálního species pool (Evans et al., 2005a, 2008; Carnicer et al., 2008). Rozhodující předpoklad pro tuto hypotézu je, že druhová bohatost je pozitivní funkcí produktivity a že vztah mizí odstraněním efektů náhodného vzorkování.

Zvýšení produktivity může způsobit nárůst dostupnosti relativně vzácných zdrojů využívaných specializovanými druhy. V souladu s *hypotézou pozice niky* druhy využívající tyto vzácné zdroje jsou schopné udržet životaschopné populace pouze ve vysoce produktivních oblastech, a tedy druhová bohatost je v těchto místech vyšší (Abrams, 1995). Počet vzácných zdrojů by měl růst se vzrůstající heterogenitou stanovišť.

V souladu s *hypotézou šířky niky* mohou druhy zmenšovat šířku své niky ve vysokoenergetickém prostředí, kde se mohou soustředit na jeden nebo několik preferovaných zdrojů, což umožňuje koexistenci více druhů (Evans et al., 2005a, 2006). Takže druhy s úzkou nikou by měly mít silnější SER.

Hypotéza heterogenity stanovišť předpokládá, že větší areál může obsahovat více stanovišť, protože různá stanoviště jsou distribuována v prostoru nerovnoměrně, a jak se druhy liší v požadavcích na stanoviště, měl by s větším areálem růst počet druhů. Stejně tak mohou stanoviště s vyšší energetickou dostupností vykazovat vyšší

heterogenitu prostředí projevující se např. počtem pater vegetace, což také vede k vyšší diverzitě. Velikost areálu by tedy pouze zastupovala diverzitu stanovišť. Heterogenita stanovišť může také růst nezávisle na velikosti plochy nebo množství energie, i na rostoucí druhové bohatosti (Hurlbert & Haskell, 2003; Hurlbert, 2004).

Lokální druhové bohatství je dáno jednak počtem druhů, které mohou danou lokalitu potenciálně osídlit, tj. velikostí regionálního species pool, a jednak podmínkami dané lokality, které rozhodují o tom, které z druhů tam skutečně budou: velikost a izolovanost lokality (pravděpodobnost kolonizace a extinkce), heterogenita prostředí (počet unikátních stanovišť se specializovanými druhy), klima (průměrná teplota v hnízdním období na hnízdních lokalitách), intenzita disturbancí (střední intenzita disturbancí a střídání pionýrských a klimaxových druhů) atd.

Při změnách struktury společenstev se může měnit i druhové bohatství. Zda bude klesat nebo stoupat, závisí na migraci druhů do a ze společenstva. Pokud je druhů přichozích do společenstva více než mizejících druhů, bude lokální diverzita růst. Pokud nebudou mizející druhy nahrazeny dostatečným počtem nových druhů alespoň natolik, že se diverzita společenstva nezmění, bude lokální diverzita klesat.

1.3 Biotická homogenizace

V souvislosti s rozvíjející se lidskou činností, která výrazně ovlivňuje podobu biosféry, dochází v posledních desetiletích k nahrazení mnoha „poražených“ (specializovaných druhů) několika „vítězi“ (nespecializovanými druhy). Tento proces byl nazván biotická homogenizace („biotic homogenization“) (McKinney & Lockwood, 1999). Původní druhy tak mohou být vytlačovány ze svých stanovišť invazními druhy, stejně tak extinkce dominantního druhu uvolní prostor pro nově přichozí druhy (Olden & Poff, 2004; Olden et al., 2006). Obvykle probíhá, když environmentální změna podnítlí geografickou expanzi některých druhů a redukcí populací druhů jiných (McKinney & Lockwood, 1999). To vede ke zjednodušené struktuře ekosystémů a stoupá podobnost mezi jednotlivými oblastmi.

Biotická homogenizace je obvykle hodnocena výpočtem podobnostního indexu (např. Jaccard; Bray Curtis index), který změří taxonomický obrat mezi lokalitami (a/nebo časovou periodu) za použití záznamů o absenci či přítomnosti druhů (Koleff et al., 2003). Proces homogenizace může být viděn jako mnohostranný, může být taxonomický, ale také funkční, ekologický nebo genetický

(Olden & Rooney, 2006). Vzdělání taxonomické podobnosti nemusí nutně vést k vzdělání funkční homogenizace.

Klasické studie zabývající se homogenizací by proto mohly být užitečné v kombinaci více ekologických indexů odrážejících odlišnosti mezi druhy, spojené s jejich citlivostí na globální změny. Zejména měření postupné změny ve složení společenstva z hlediska ekologických specialistů vs. generalistů by měla pomoci vizualizovat dopady degradace habitatů na funkční složení společenstev. Lokální vzdělání druhové bohatosti byl často pozorován jako výsledek zvětšování rozsahu habitatů generalistů, s největší pravděpodobností proto, že obsadili disturbované ekosystémy, typicky na úkor původních a více specializovaných druhů (Hobbs & Mooney, 1998; Blackburn et al., 2004). Zároveň degradace lokality může negativně ovlivnit specialisty: u nich se očekává, že budou prospívat v prostředích, která jsou relativně v čase homogenní, zatímco generalistické druhy by měly těžit z prostředí, která jsou vlivem častých disturbancí heterogenní (Futuyma & Moreno, 1988; Kassen, 2002; Marvier et al., 2004; Östergård & Ehrlén, 2005).

Funkční homogenizaci struktury společenstev lze měřit pomocí indexu biotopové specializace (community specialization index, CSI), který byl původně vyvinutý u běžných ptáků monitorovaných ve Francii a odráží relativní hojnost druhů lišících se biotopovou specializovaností (Julliard et al., 2006).

Změny klimatu probíhající v současné době mohou mít negativní vliv na globální druhovou rozmanitost rostlinných a živočišných společenstev. Jedním z faktorů způsobujících homogenizaci společenstev, tedy náhradu ekologicky rozrůzněných druhů za druhy s velmi podobnou ekologickou funkcí, může být zvyšování průměrné teploty. Zvyšování teploty vede k rozšiřování teplejších oblastí a s nimi i teplomilných druhů směrem na sever a dochází tak k míšení druhů různých oblastí.

Trend rozšiřování teplomilnějších druhů na úkor chladnomilnějších je možné měřit pomocí teplotního indexu společenstva (CTI). Ten je analogický k CSI, jenom pro výpočet používá průměrnou (či maximální) teplotu v hnízdních areálech jednotlivých druhů (Devitor et al., 2008). Druhová bohatost stoupá od pólů směrem k rovníku (Davies et al., 2007), lze tedy očekávat, že mírnější klima bude vést ke vzdělání druhové bohatosti ptačích společenstev, protože „species pool“ jižních druhů by měl být větší než u druhů severních (viz kapitola 1.2).

Pokud v nějaké oblasti nově přichází skupina druhů vytlačí jeden či skupinu druhů původních za hranici vyhubení, poklesne tím globální diverzita, změny lokální diverzity však nemusí být pozorovatelné nebo může lokální diverzita paradoxně vzrůst. Ve Francii byl pozorován pokles specializovanosti společenstev v souvislosti se vzrůstem lokální druhové bohatosti (Kerbirou et al., 2009). Také v Holandsku byly pozorovány podobné trendy, přičemž druhová bohatost a diverzita měřené na třech prostorových úrovních (lokální, regionální a národní) v průměru rostly (Van Turnhout et al., 2007). Distribuce generalistických druhů se pravděpodobně rozšiřuje rychleji, než se zmenšují populace specializovaných druhů, a lokální společenstva se tedy obohatí (Filippi-Codaccioni et al., 2010a). Druhová bohatost ve větším prostorovém měřítku by se však měla zmenšit, když původní specialisté vymizí z regionálního species pool.

1.4 Jaké environmentální faktory mohou způsobovat homogenizaci ptačích společenstev v České republice?

V této bakalářské práci se zabývám dlouhodobým vývojem druhového složení ptačích společenstev v České republice. S ohledem na dřívější studie popisující možné příčiny změn početnosti a rozšíření ptáků, lze předpokládat, že vývoj složení společenstev z hlediska stanovištní specializace a klimatických nároků bude odrážet vliv následujících faktorů.

Za jeden z faktorů, jehož důsledkem by byl pokles CSI, lze pokládat intenzifikaci zemědělství. Mechanismy působící trvalý pokles populací polních ptáků vlivem intenzifikace zemědělství byly detailně popsány hlavně díky studiím z Velké Británie a Nizozemí (Siriwardena et al., 1998, 2008, Chamberlain et al., 2000). Je všeobecně uznáváno, že intenzifikace zemědělství, v zemích EU podporovaná tzv. Společnou zemědělskou politikou („common agricultural policy“, CAP), je hlavním důvodem dlouhodobého úbytku ptáků zemědělské krajiny v Evropě (Donald et al., 2001, 2006). Intenzifikace zemědělství má mnoho tváří a každý dílčí aspekt působí rozdílně na různé ptačí druhy. Např. změna ve složení pěstovaných polních kultur má za následek snížení potravní nabídky vedoucí k nižšímu počtu odchovaných mláďat (Siriwardena et al., 2008), mnohé plodiny jsou zase pro některé v nich hnízdící druhy v době jejich hnízdění příliš vysoké a husté, takže tyto druhy takto přicházejí o hnízdní prostředí (např. McCracken & Tallowin, 2004, Wilson et al., 2005). Známý je také přímý i nepřímý vliv pesticidů způsobující pokles kondice mláďat (Boatman

et al., 2004, Morris et al., 2005). Přeceňován je naproti tomu vliv ptačích predátorů, např. straky obecné (*Pica pica*) nebo krahujce obecného (*Accipiter nisus*). Tam, kde byli tito predátoři důkladněji zkoumáni, se ukázalo, že nejsou za úbytek polních ptáků zodpovědní (Thomson et al., 1998). Úbytek polních ptáků má celoevropský charakter, početnost běžných druhů ptáků zemědělské krajiny v Evropě se od roku 1980 do roku 2006 snížila na 52 % (PECBMS, 2009) a paralelně s úbytkem počtu jedinců došlo i k dramatickému poklesu biomasy polních ptáků v Evropě (Voříšek et al., 2010.). Dalším aspektem intenzifikace zemědělství je sjednocování původně mozaikovitě krajiny. Mozaikovitá krajina nabízí více typů stanovišť a umožňuje výskyt více specializovaných druhů. Naproti tomu sjednocování krajiny má opačný účinek. Na krajinu s probíhajícím intenzivním zemědělstvím jsou tedy vázány převážně nespecializované druhy, což by se mělo projevit v poklesu CSI ptačích společenstev.

Na druhou stranu zemědělství v České republice prodělalo poměrně specifický vývoj s jistým poklesem intenzity po roce 1990 (Reif et al., 2008b). Proto je možné, že CSI u českých ptačích společenstev nebude klesat tak, jak bylo zjištěno v některých zemích západní Evropy (Francie, Nizozemí), kde intenzifikace zemědělství pokračuje nepřetržitě až do dnešní doby (Donald et al., 2001).

Dalším z faktorů často diskutovaných v zahraničí (viz např. Devictor et al., 2008a) může být rozšiřování měst. Zábor volné krajiny a přeměna zemědělských ploch na urbanizované plochy nutí druhy přeorientovat se na nové zdroje. To je snadnější pro nespecializované druhy, které nejsou vázány na specifická stanoviště. Výstavbou měst dochází také ke ztrátám specifických stanovišť a tudíž k úbytku specializovaných druhů. Naopak městské prostředí může pro stanovištní generalisty představovat nové příležitosti, jak co do potravních zdrojů, tak co do hnízdních možností, takže jejich populace nejenže budou méně postižené než populace druhů specializovaných, ale mohou v důsledku postupující urbanizace dokonce ještě rychleji růst (Evans et al., 2011). Je tedy možné předpokládat, že rozšiřování měst se může podílet na poklesu CSI u ptačích společenstev.

Jako třetí faktor lze uvažovat vliv oteplování klimatu, které přináší probíhající klimatická změna. Oteplování klimatu se v charakteristikách společenstev projevuje zejména stoupajícím CTI. Druhy teplejších jižních oblastí se přesouvají severněji a vytlačují původní druhy z dříve chladnějších oblastí. Aby s tímto jevem mohl klesat CSI, bylo by nutné předpokládat, že teplomilnější druhy jsou zároveň méně

specializované. Pokud tomu tak není, lze si představit uplatnění dalších důsledků oteplování, jako je změna povětrnostních podmínek a frekvence výskytu extrémních meteorologických jevů, zejména bouřek a vichřic (Lenoir et al., 2010), které dramaticky snižují hnízdní úspěšnost (Martin & Wiebe, 2004). Zde je pravděpodobné, že budou více postiženy více specializované druhy (Jiguet et al., 2011), protože jde většinou o druhy s pomalými životními strategiemi (K-strategie, klimaxové druhy) neschopné opakovaného hnízdění. Naopak generalisté se s následky takových disturbancí vyrovnají pružněji, ať už díky rychlejším životním strategiím (r-strategové, pionýrské druhy osidlující disturbovaná stanoviště) nebo pomocí imigrace jedinců z disturbancí nepostižených stanovišť (MacArthur & Wilson, 1967).

Výskyt meteorologických a klimatologických extrémů je výsledkem přirozené variability zemské atmosféry. V ní se pod vlivem různých přírodních a antropogenních faktorů odehrává řada složitých a vzájemně se ovlivňujících fyzikálních a chemických procesů, které v interakci s aktivním povrchem mohou vést k výskytu extrémních stavů různého plošného rozsahu a trvání. Jak ukázala statistika mnichovské zajišťovny (Münchener Rück, 1999), vzrostl počet velkých přírodních katastrof mezi léty 1950-1959 a 1990-1999 asi čtyřikrát, ekonomické ztráty asi čtrnáctkrát a ztráty pojišťoven (od 60. let) asi patnáctkrát. Ve statistice škod zaujímají vedle zemětřesení zvláště významné místo také vichřice a povodně. Případy výskytu silných větrů lze v ČR dávat do souvislosti jednak s konvektivními bouřkami, jednak s vichřicemi dostavujícími se při výrazných horizontálních tlakových gradientech. Silné větry první skupiny souvisejí s vývojem bouřkových oblaků druhu cumulonimbus. To podmiňuje jejich relativně krátké trvání (obvykle do desítek minut), nejčastější výskyt v teplém půlroce a lokálně omezené škody. Obvykle mají podobu tornáda nebo downburstu (tj. „propadu studeného vzduchu“ – Sobíšek, 1993). Vichřice, trvající několik hodin nebo dnů a ovlivňující větší oblasti, jsou spojeny s výraznými horizontálními tlakovými gradienty. Ve více než polovině případů se jedná o hluboké cyklony, rychle postupující přes Severní moře, Dánsko a Baltské moře. Největší nárazy větru se vyskytují většinou při přechodech s nimi spojených studených front (Brázdil, 2002). Pokračování procesu globálního oteplování může výrazně ovlivnit změny ve výskytu, intenzitě a dopadech meteorologických extrémů. I relativně malé pozvolné změny v průměrné hodnotě

meteorologických prvků se mohou projevit ve větší variabilitě klimatu a nárůstu extrémů (Katz, Brown, 1992; Houghton et al., 2001).

1.5 Cíle práce

Výsledky této bakalářské práce mají přinést informace o vývoji ptačích společenstev v České republice v souvislosti se změnou jejich ekologické funkce.

Cíle jsem si proto stanovila následující:

- 1) Vyjádřit index biotopové specializace (CSI), teplotní index (CTI) druhové bohatství na lokální a národní úrovni u ptačích společenstev v České republice monitorovaných pravidelně na celém území od roku 1982.
- 2) Zjistit, jak se tyto charakteristiky mění v období 1982-2004. Zejména otestovat, zda se podobně jako v jiných zemích zvyšuje podíl teplomilných druhů, snižuje podíl stanovištních specialistů a roste lokální druhové bohatství.
- 3) Dát zjištěné změny ptačích společenstev do souvislosti s pozorovanými změnami prostředí v České republice, zejména s ohledem na vývoj intenzity zemědělství, urbanizace a klimatu.

2. Materiál a metodika

2.1 Data

Data byla získána dlouhodobým monitorováním ptačích společenstev na území České republiky v letech 1982-2004 v rámci Jednotného programu sčítání ptáků (JPSP). Metodika JPSP je založena na tzv. bodové metodě sčítání (Janda & Šťastný, 1984, Janda & Řepa, 1986) a dobrovolné práci terénních ornitologů, kteří každoročně sčítají ptáky standardní metodou na transektech rozmístěných po celé ČR (Reif et al., 2006). Rozmístění transektů na území ČR je nenáhodné, protože volba lokality je ponechána na rozhodnutí jednotlivých spolupracovníků. Díky velkému množství sčítaných lokalit u většiny druhů však lze pokládat údaje za poměrně reprezentativní vzorek z české avifauny. Transekty jsou tvořeny 20 body vzdálenými od sebe zhruba 300 m. Na každém bodě se sčítají po dobu 5 min všichni vizuálně i akusticky zjištění ptáci bez rozlišení jejich vzdálenosti od pozorovatele. Na každém transektu se sčítání opakuje minimálně ve dvou letech za sebou (Reif et al., 2006). Každý bod se kontroluje v dopoledních hodinách dvakrát během hnízdní sezóny (Janda & Řepa, 1986): poprvé v období od poloviny dubna do poloviny května a podruhé v období od poloviny května do poloviny června – to umožňuje sečtení časně i později hnízdících ptáků. Přes volný výběr transektů pokrytí stanovišti zhruba odpovídá průměrnému pokrytí České republiky, pouze lidská sídla jsou zastoupena více (Reif et al., 2008b).

Pozorovatelé mapovali stanovištní složení na sčítacích bodech jejich transektů v roce, kdy začala jejich práce v terénu. Odhadli relativní pokrytí čtyřmi hlavními stanovišti (listnatý les, jehličnatý les, zemědělská půda a lidská sídla) na stupnici od 0 (absence stanoviště) do 4 (100% pokrytí území kolem sčítacího bodu daným stanovištěm). Mokřady byly vedlejší stanoviště, zaznamenány pouze jako přítomné či chybějící.

Složení stanovišť na sčítacích bodech jsem vyjádřila jako relativní pokrytí každého stanoviště, kdy původní kategorie pokrytí (tj. 0, 1, 2, 3, 4) čtyřmi hlavními stanovišti byly převedeny na odpovídající podíly (tj. 0, 0.25, 0.50, 0.75, 1.00). Pro přítomné vedlejší stanoviště (mokřady) na sčítacím bodě byla arbitrárně stanovena hodnota pokryvnosti 0.05.

Pro účely této bakalářské práce byla použita data ze 190 transektů sčítaných alespoň jednou v období mezi roky 1982-2004, obsahujících 143 druhů ptáků.

Počet transektů se meziročně lišil. Pro následující výpočty byl proto náhodným výběrem vybrán stejný počet transektů pro jednotlivé roky, a to 22 transektů. Tento počet byl zvolen podle roku s nejnižším počtem transektů.

Pro analýzu environmentálních faktorů a jejich srovnání s výsledky analýzy změn ve struktuře ptačích společenstev byla získána data z veřejně přístupné online databáze Českého statistického úřadu (ČSÚ, 2011). Byly vybrány záznamy týkající se vývoje velikosti osevní plochy zemědělských plodin a velikosti sklizně od roku 1950 do roku 2006 jako ukazatele vývoje krajiny ovlivněné zemědělskou výrobou. Dále byly použity údaje o počtu dokončených bytů v České republice v letech 1998-2010 jako ukazatel vývoje urbanizace. Pro ilustraci trendů ve vývoji klimatu byla použita data Českého hydrometeorologického úřadu dostupná online (ČHMÚ, 2011), a to průměrné roční teploty vzduchu v letech 1980-2006 a dlouhodobé průměry ročních teplot v Praze Klementinu od roku 1961 do roku 2010.

2.2 Výpočty charakteristik ptačích společenstev

Na základě těchto dat byly pro jednotlivé roky spočítány následující proměnné:

Gama diverzita českých ptáků. Jde o celkový počet druhů v daném roce. Byly sečteny všechny druhy zastoupené alespoň jedním jedincem na alespoň jednom transektu (celostátní druhová bohatost).

Alfa diverzita českých ptáků. Jde o průměrný počet druhů na jeden transekt v daném roce, tj. lokální druhovou bohatost. Lokální druhová bohatost byla vypočtena jako počet druhů na daném transektu v daném roce. Pro každý rok byl vypočten průměr hodnot lokální druhové bohatosti v daném roce.

Index biotopové specializace (Community specialization index, CSI). CSI na daném transektu v daném roce byl vypočten na základě indexů biotopové specializace jednotlivých druhů (species specialization index - SSI). SSI byl původně vyvinut pro stanovištně specifické počty jedinců a kvantifikuje proměnlivost početnosti pro každý druh napříč stanovišti pomocí variačního koeficientu. Stanovištní specialisté jsou striktně vázání na jedno či několik málo stanovišť, takže proměnlivost jejich početnosti napříč stanovišti by u těchto druhů měla být vysoká. Naproti tomu

početnost stanovištních generalistů by měla být vyrovnanější (Julliard et al., 2006). Takže čím více specializovaný druh, tím vyšší je jeho SSI.

Počty jedinců jednotlivých druhů ptáků bohužel nebyly v rámci JPSP sčítány zvlášť pro jednotlivá stanoviště. Početnosti se vázaly k jednotlivým sčítacím bodům, přičemž většina bodů sestávala ze směsi různých stanovišť. Pro výpočet hrubého odhadu stanovištně specifické hojnosti byly proto použity údaje o poměrném pokrytí každého stanoviště v okruhu 100 m v jednotlivých bodech. V každém bodě byla násobena početnost daného druhu podílem plochy pokryté každým stanovištěm. Výsledkem byla míra 'stanovištně specifické hojnosti' daného druhu na každém sčítacím bodu. Pro každé stanoviště byly tyto hodnoty sečteny pro všechny body společně a vyděleny celkovým počtem bodů (tj. 3800), poskytující tak zjednodušené odhady denzity jednotlivých druhů na jednotlivých stanovištích celé datové sady JPSP. SSI byl dále vypočten jako variační koeficient těchto denzit (Appendix 1; Julliard et al., 2006b)

Pro každý transekt jsem z SSI jednotlivých druhů spočítala index biotopové specializace (community specialization index - CSI). CSI byl spočítán pro každý transekt v jednotlivých letech 1982-2004 tak, že pro každý druh byl vynásoben jeho SSI podílem daného druhu na celkovém počtu jedinců na tomto transektu a tyto součiny byly pro daný transekt sečteny. Výsledkem byl CSI pro daný transekt (Julliard et al., 2006a, Devictor et al., 2008a). Pro každý rok byl vypočten průměrný CSI u transektů sčítaných v daném roce.

Teplotní index (Community temperature index, CTI). CTI vyjadřuje souhrnné klimatické nároky jednotlivých druhů tvořících dané společenstvo, a to na základě teplotních podmínek v jejich hnízdních areálech. Vychází z představy, že klimatická nika každého druhu může být vyjádřena jako průměrná teplota v oblasti jeho geografického rozšíření (Jiguet et al., 2007). Pro výpočet těchto druhově specifických teplot byl použit postup zavedený Devictorem et al. (2008b). Nejprve byly překryty mapy hnízdních lokalit ptáků v Evropě (Hagemeijer & Blair, 1997) s mapami měsíčních teplot (dlouhodobý průměr 1961-1990) (Haylock, 2008) a spočítána průměrná teplota evropských hnízdních areálů všech druhů během tří měsíců v hnízdní sezóně (duben až červen). Tyto druhově specifické teploty byly použity k výpočtu CTI na úrovni celého společenstva. CTI byl vypočítán stejným způsobem jako CSI, tj. vynásobením teplot jednotlivých druhů jejich zastoupením na

každém transektu v každém roce (Devictor et al., 2008b). Taktéž byla spočítána průměrná hodnota přes všechny transekty pro každý rok. Vysoký CTI bude tedy odrážet velký podíl druhů obývajících oblasti s vysokými teplotami. Změny CTI v čase mohou být také interpretovány jako posun rozšíření druhů směrem na sever či na jih, pokud je předpokládán existující severo-jihní gradient CTI.

2.3 Statistické zpracování

Výše uvedené hodnoty byly základním souborem pro statistické zpracování. Aby bylo možné odhadnout dlouhodobé trendy v měřených charakteristikách (tj. roční průměry CSI, CTI a lokální a regionální druhová bohatost), byly použity lineární modely, které hodnoty těchto charakteristik vztáhly k jednotlivým rokům. Ačkoliv byl pro výpočet charakteristik použit vždy konstantní počet náhodně vybraných transektů, mohla by meziroční variabilita v terénním úsilí ovlivnit výsledky. Proto byly celkové počty transektů sčítaných v jednotlivých letech do lineárních modelů zahrnuty jako další vysvětlující proměnná. Každý lineární model tedy obsahoval zájmovou charakteristiku společenstva jako vysvětlovanou proměnnou a rok a počet sčítaných transektů jako vysvětlující proměnné.

3. Výsledky

3.1 Popis charakteristik ptačích společenstev

Průměrná lokální (alfa) diverzita přes všechny transektory a roky byla 47 druhů; hodnoty lokální diverzity na jednotlivých transektech se v jednotlivých letech lišily o hodnotu směrodatné odchylky (SD) 3 druhy.

Celostátní (gama) diverzita byla v průměru přes všechny roky 117 druhů; jednotlivých letech se lišila o SD 6 druhů.

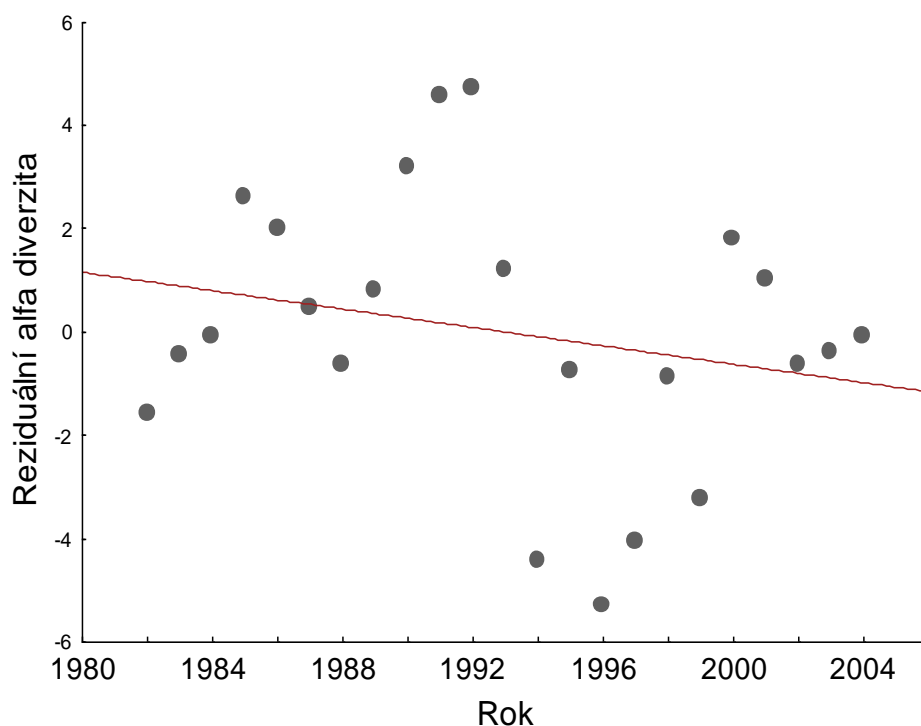
Index biotopové specializace (CSI) nabýval v měřeném období 1982-2004 průměrné hodnoty 1,08; směrodatná odchylka v jednotlivých letech je 0,02.

Průměrný teplotní index (CTI) českých ptáků v měřeném období byl 11,62; SD je 0,06.

Průměrný počet sčítaných transektů byl 30; v jednotlivých letech se jejich počet lišil o SD 4.

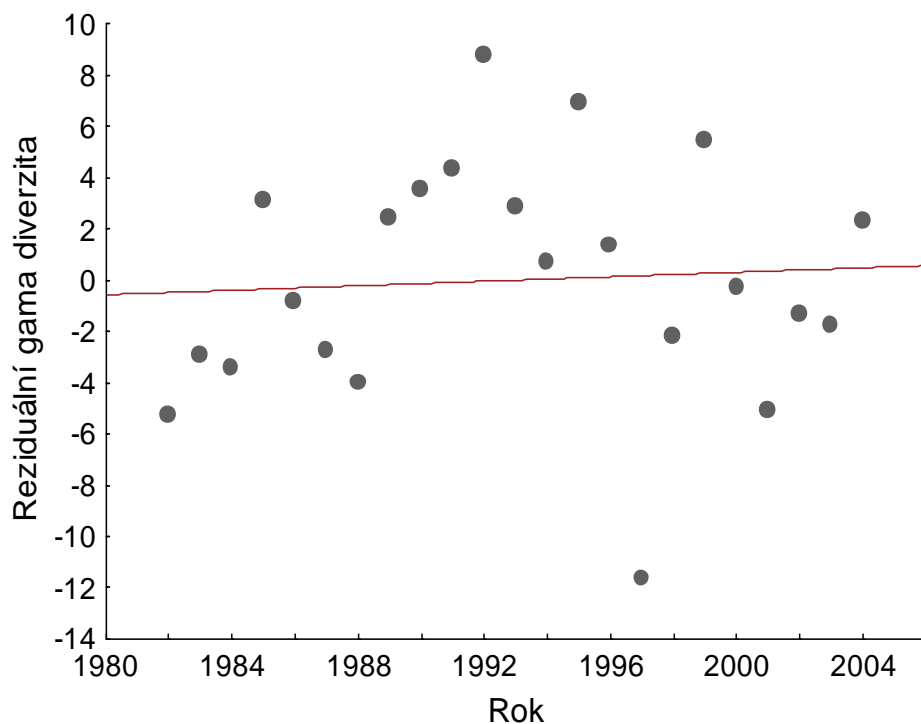
3.2 Změny charakteristik ptačích společenstev v čase

Změny v lokální (Graf 1., $F_{1,20} = 1,59$; $p = 0,222$.) i celostátní druhové bohatosti (Graf 2., $F_{1,20} = 0,03$; $p = 0,856$) nevykazovaly za sledované období žádný trend.



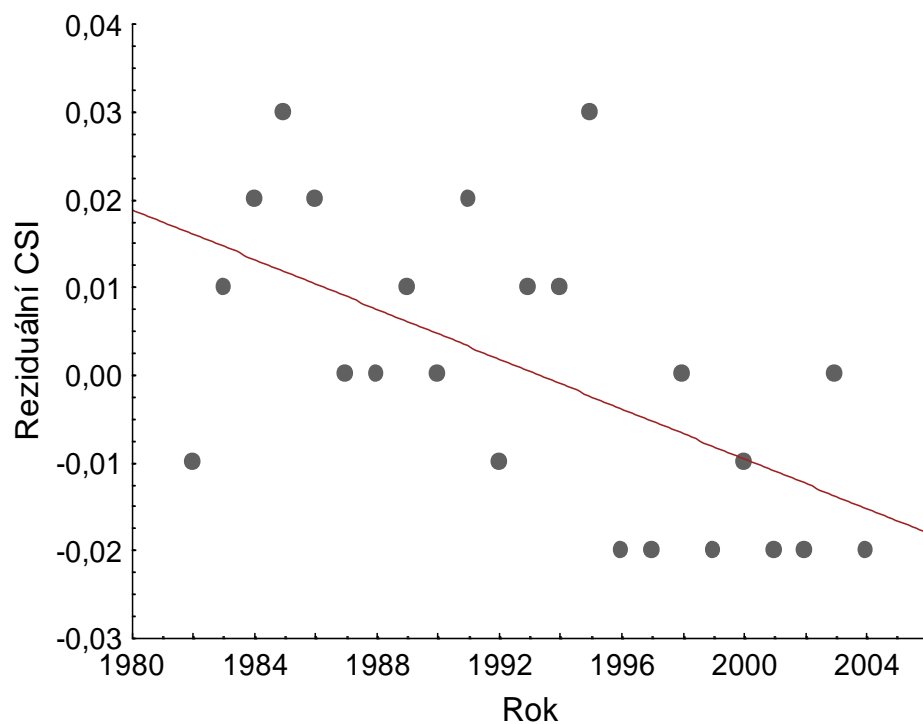
Graf 1. Vývoj alfa diverzity ptáků v České republice v letech 1982-2004 vyjádřený jako průměrný počet druhů na jeden transekt sčítaný v rámci monitoringu běžných druhů ptáků

v ČR. Graf zobrazuje reziduální hodnoty po odfiltrování vlivu počtu transektu sčítaných v daném roce.



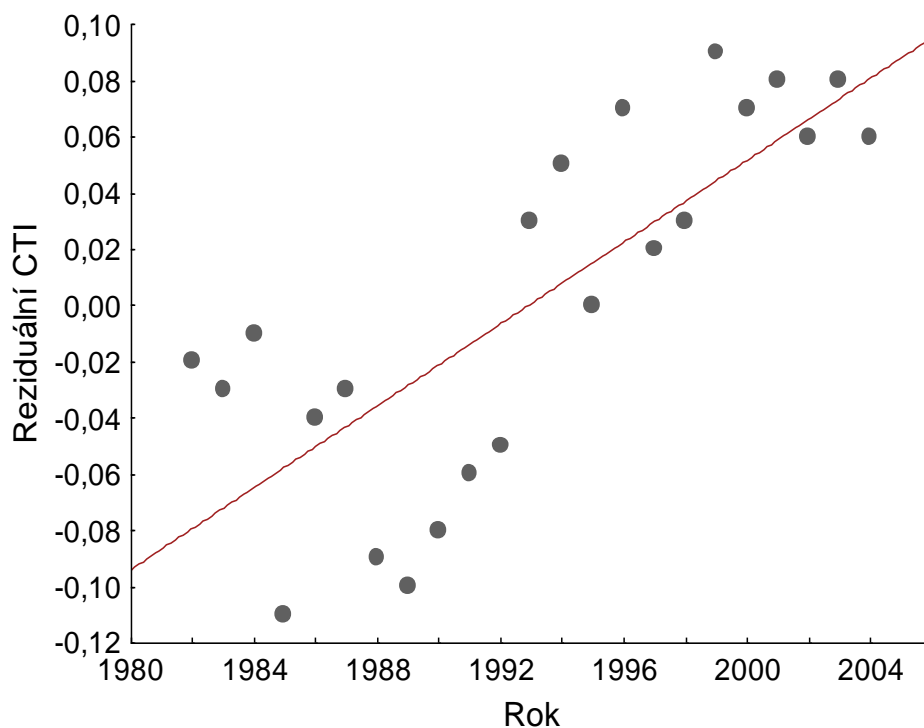
Graf 2. Vývoj Gama diverzity ptáků v České republice v letech 1982-2004 vyjádřený jako celkový počet druhů na všech sčítaných transektech v daném roce. Graf zobrazuje reziduální hodnoty po odfiltrování vlivu počtu transektů sčítaných v daném roce.

CSI v České republice mezi roky 1982-2004 postupně klesal (Graf 3., $F_{1,20} = 14,58$; $p = 0,001$). To značí nárůst podílu generalistických druhů na transektech.



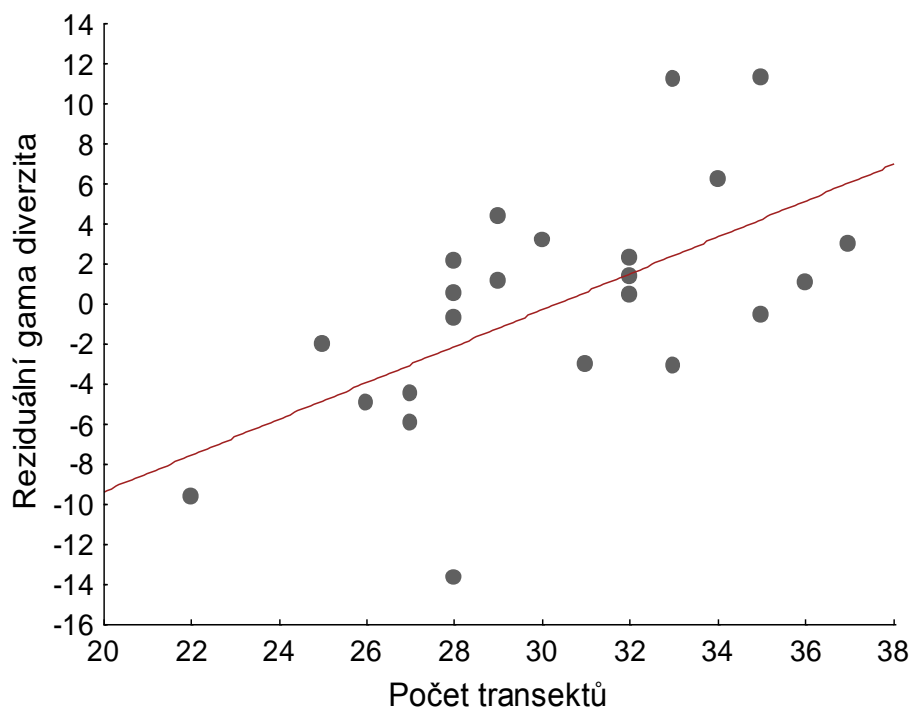
Graf 3. Vývoj CSI českých ptačích společenstev v letech 1982-2004 vyjádřený jako průměrný CSI pro všechny druhy na všech transektech sčítaných v daném roce. Graf zobrazuje reziduální hodnoty po odfiltrování vlivu počtu transektů sčítaných v daném roce.

CTI vykazoval opačný trend. Graf 4. ukazuje jeho nárůst v průběhu studovaného období ($F_{1,20} = 32,72$; $p < 0.001$).



Graf 4. Vývoj CTI ptačích společenstev v České republice v letech 1982-2004 vyjádřený jako průměrný CTI pro všechny druhy na všech transektech sčítaných v daném roce. Graf zobrazuje reziduální hodnoty po odfiltrování vlivu počtu transektů sčítaných v daném roce.

S počtem transektů sčítaných v jednotlivých letech sledovaného období korelovala pouze celostátní druhová bohatost, a to pozitivně (Graf 5., $F_{1,20} = 11,79$; $p = 0,003$). Lokální diverzita ($F_{1,20} = 1,62$; $p = 0,218$), CSI ($F_{1,20} = 2,17$; $p = 0,157$) ani CTI ($F_{1,20} = 0,02$, $p = 0,878$) nebyly ovlivněny počtem transektů.



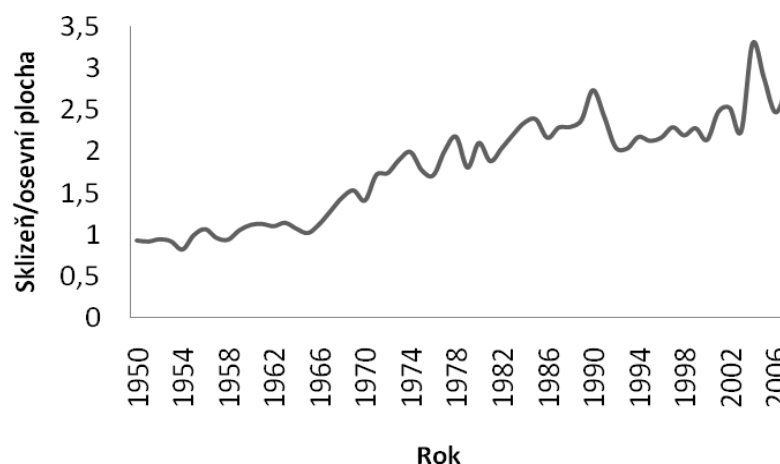
Graf 5. Závislost gama diverzity (celkový počet druhů v daném roce) na počtu transektů sčítaných v jednotlivých letech 1982-2004. Graf zobrazuje reziduální hodnoty po odfiltrování vlivu let.

3.3 Analýza environmentálních faktorů jako možných příčin změn v ptačích společenstvech

Zjištěné změny složení ptačích společenstev jsou zřejmě odrazem různých environmentálních faktorů na ně působících. Uvažuji o vlivu intenzifikace zemědělství, urbanizace a změn klimatu (viz kapitola 1.4) a rozeberu tedy jejich dlouhodobý vývoj v České republice.

3.3.1 Intenzifikace zemědělství

Podíl velikosti sklizně a osevní plochy v jednotlivých letech udává hodnotu intenzifikace zemědělství v České republice. Podle dat Českého statistického úřadu byl nejstrmější průběh procesu intenzifikace před rokem 1982 (Graf 6.). Od 90. let 20. století intenzita zemědělství v České republice významně neroste, po roce 2000 však výrazně kolísá a v posledních letech studie se objevují vysoké hodnoty intenzity zemědělství.

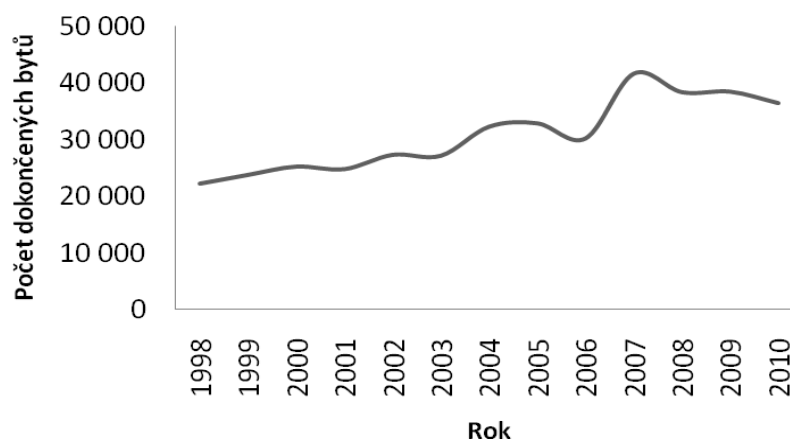


Graf 6. Průběh intenzifikace zemědělství v České republice v letech 1950-2006. Intenzita zemědělství v jednotlivých letech je vyjádřena jako podíl velikosti sklizně a velikosti osevní plochy zemědělských plodin. (data ČSÚ, 2011)

3.3.2 Rozšiřování měst

Další významnou aktivitou člověka je výstavba a rozšiřování sídelních oblastí. Na lidská sídla jsou vázány synantropní druhy schopné využívat prostředí vytvářené člověkem, tedy pravděpodobně druhy nespecializované, které se snadno přeorientují na nové zdroje. Potravní nabídka a množství úkrytů ve městech bývají pro některé druhy vysoké; tyto druhy jsou tedy zvýhodněny proti druhům, které zdroje v sídlech využívají obtížněji, což vede k nárůstu počtu generalistických druhů, respektive k poklesu CSI.

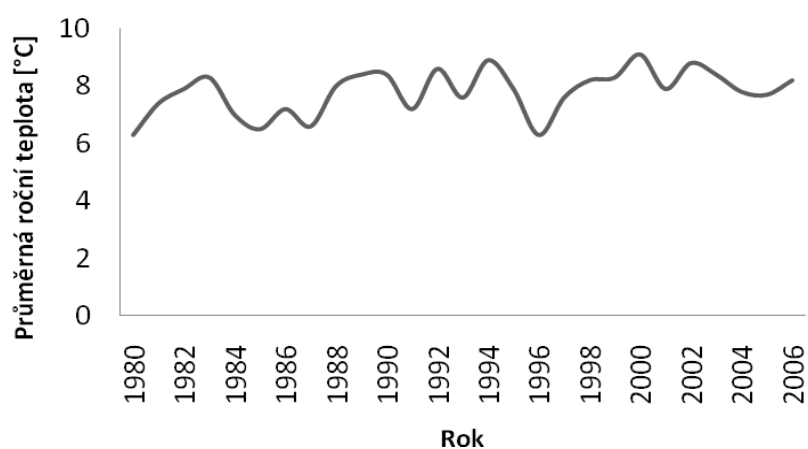
Rozšiřování lidských sídel dokumentují údaje Českého statistického úřadu. Graf 7. ukazuje nárůst počtu dokončených bytů v předchozích letech.



Graf 7. Bytová výstavba v České republice vyjádřena počtem dokončených bytů období 1998-2011. (data ČSÚ, 2011)

3.3.3 Oteplování klimatu

Záznamy průměrných ročních teplot shromážděné Českým hydrometeorologickým úřadem ukazují, že v souvislosti s globální změnou klimatu dochází k mírnému nárůstu průměrné teploty vzduchu i na území České republiky (Graf 8. a 9.). Tato skutečnost má patrně vliv na vzestupný trend teplotního indexu (CTI) českých ptačích společenstev.



Graf 8. Průměrné roční teploty v České republice v letech 1980-2006. (data ČHMÚ, 2011)



Graf 9. Dlouhodobé průměry ročních teplot v Praze Klementinu za období 1961-1990, 1971-2000 a 1981-2010. (data ČHMÚ, 2011)

4. Diskuse

Ptačí společenstva v České republice vykazují v období mezi roky 1982-2004 změny ve své struktuře. Klesá podíl stanovištně specializovaných druhů a současně stále více dominují teplomilné druhy. Druhovú bohatost na lokální i celostátní úrovni nevykazuje v čase žádný trend.

V Evropě již byly studie zkoumající tyto procesy několikrát provedeny. Jedná se například o studie z Francie (Kerbiriou et. al., 2009) a Holandska (Van Turnhout et al., 2007). Naše výsledky se s uvedenými zahraničními pracemi shodují v klesajícím indexu specializace společenstev a tedy vzrůstu jejich funkčně ekologické podobnosti. Proti výsledkům z České republiky, kde zůstává druhová bohatost ptáků bez výrazných změn, se výsledky v obou případech evropských prací lišily tím, že homogenizace tamních ptačích společenstev (tj. pokles podílu stanovištně specializovaných druhů) byla provázena změnou v duhové bohatosti, konkrétně byl zaznamenán nárůst lokální druhové diverzity ve Francii a nárůst druhové bohatosti na všech prostorových škálách v Holandsku. Důvody těchto odlišností mohou souviset s tím, že například francouzská studie byla provedena na datech dokumentujících společenstva žijící na ostrově nedaleko Francie v letech 1898-2006. Tento ostrov člověk počátkem 20. století opustil a s ním z ostrova zmizelo zemědělství a intenzivní pastva dobytka, území tedy prodělalo náhlou změnu ve využívání krajiny (Kerbiriou et. al., 2009). Specializované druhy zemědělské krajiny začaly být nahrazovány generalistickými druhy a pro jejich větší úspěch v osidlování měnící se krajiny mohla ve sledovaném období vzrůst druhová diverzita. Nárůst druhové bohatosti ve Francii může být také výsledkem ochrany území, která zde probíhá od roku 1969 (Kerbiriou et. al., 2009). V Holandsku může být důvodem rostoucí druhové bohatosti se současným poklesem CSI poměr kulturních a přirozených typů stanovišť v krajině. 70 % území je tvořeno zemědělskou půdou, 16 % městským prostředím a pouze 14 % polopřirozenými stanovišti, jako jsou lesy, vřesoviště, mokřady a pobřeží (Van Turnhout et al., 2007). Intenzivní obdělávání krajiny tedy opět může favorizovat generalisty a podporovat nárůst jejich diverzity. Čím více je taxon specializovaný na určitý typ potravy nebo habitatu, tím méně obsahuje ptačích druhů (Owens et al., 1999) a čím větší je potravní generalismus, tím stoupá i druhová diverzita (Phillimore et al., 2006).

Jedním z faktorů způsobujících pokles specializovanosti druhů v České republice mohou být změny ve využívání krajiny. Protože *intenzivní zemědělství* způsobuje pokles početnosti specializovaných druhů (Chamberlain et al., 2000, Filippi-Codaccioni et al., 2010b), lze očekávat, že změny v užívání krajiny po roce 1990, spojené s poklesem intenzity zemědělství, zmenšováním osevních ploch a rozšiřováním lesů, by mohly zastavit nebo zvrátit pokles CSI v České republice. Naše výsledky však tomu příliš nenasvědčují. Problém zřejmě spočívá v tom, že tento pokles intenzity zemědělské výroby byl pouze přechodný a v dlouhodobém horizontu se zemědělství stále intenzifikuje (viz graf 6.). To se projeví v dlouhodobém poklesu CSI. Kromě toho mohou z výše popsanych pozitivních změn v krajině těžit více stanovištní generalisté. Tím pádem by CSI i nadále klesal. Pokles CSI v českých ptačích společenstvech probíhající v současnosti může být také způsoben zpožděním v reakci ptáků na silnou intenzifikaci zemědělství probíhající před rokem 1990.

Další změnou probíhající v krajině je *rozšiřování měst*, často na úkor zemědělských ploch či otevřených lučních biotopů. Z těchto změn opět profitují generalistické druhy (Evans et al., 2011), které invazi lidských sídel do krajiny dokážou využít ve svůj prospěch, a tím v ptačích společenstvech klesá CSI (Devictor et al., 2007, 2008a). Tento environmentální faktor lze tedy také uvažovat jako vysvětlení poklesu specializovanosti ptačích společenstev.

Naše výsledky naznačují, že ptačí společenstva mohou být postižena také probíhajícími *klimatickými změnami*, které s sebou přinášejí nejen zvyšování teploty, ale i další aspekty. Mezi roky 1982-2004 byl pozorován nárůst CTI. Tento výsledek se shoduje se studií dokumentující proces, kdy ptáci sledují klimatické změny (Julliard et al., 2004, Devictor et al., 2008b), a s poklesem populací severských druhů a nárůstem populací jižních druhů (Lemoine et al., 2007, Reif et al., 2008a). Nárůst CTI také koreluje s nárůstem roční průměrné teploty vzduchu, zaznamenaného Českým hydrometeorologickým ústavem. Jednoduchý mechanismus předpokládající, že stanovištní generalisté jsou zároveň druhy žijící v teplejších oblastech, není pravděpodobné vysvětlení. Velmi slabý vztah mezi stanovištní specializací druhů a průměrnou teplotou v jejich hnízdní oblasti ($r = 0.01$, $n = 143$, $p = 0.932$) ukazuje, že změny CSI a CTI jsou generovány nezávislými procesy. Stále však nemůžeme vyloučit, že klimatická změna ovlivňuje vývoj CSI i CTI, protože různé aspekty této změny mohou mít rozdílný vliv na populace ptáků. Na příklad mírnější teploty

během hnízdní sezóny pravděpodobně řídí rostoucí trend CTI. Současně vyšší frekvence a rozsah katastrofických událostí, jako jsou větrné bouře (Lenoir et al., 2010) mohou negativně působit na specializované druhy (Jiguet et al., 2011), což vede k poklesu CSI.

Zmíněné trendy CSI a CTI nejsou doprovázeny změnami v lokální ani celostátní druhové bohatosti. Lze očekávat, že rostoucí podíl druhů žijících v teplejších oblastech povede k vyšší druhové bohatosti ptačích společenstev v České republice, protože tyto druhy pocházejí z nižších zeměpisných šířek, kde je větší species pool díky severojižnímu gradientu diverzity (Davies et al., 2007). Rostoucí podíl generalistických druhů v ptačích společenstvech by také měl vést k vyšší lokální a celostátní druhové bohatosti (Kerbiriou et al., 2009), a to buď díky většímu species pool generalistů v porovnání se specialisty, nebo díky zpoždění v extinkci specializovaných druhů (Filippi-Codaccioni et al., 2010a). A současně extinkce specializovaných druhů na celostátní úrovni může vést k celkovému poklesu celostátní druhové bohatosti. Naše výsledky naznačují, že tyto procesy viditelně neovlivňují ptačí společenstva v České republice. Jedním z vysvětlení může být, že CSI i CTI jsou založeny na relativní hojnosti druhů, zatímco druhová bohatost je založena na datech o přítomnosti či absenci druhu. Pokud jsou změny indexů řízeny výhradně změnami v hojnosti druhu a ne v distribuci druhu, pak druhová bohatost zůstane nezměněna. Nicméně toto vysvětlení není příliš pravděpodobné, protože diverzita se měnila v čase, takže ke kolonizacím a extinkcím musí docházet ve sledovaných společenstvech poměrně často.

Mé zjištění, že změny v podílech druhů s odlišnou teplotní nikou probíhají i bez změny v druhové bohatosti se shoduje se studií Kolečka et al. (2010), která analyzuje změny diverzity celé české avifauny od roku 1985 do roku 2003. Našli výrazné změny v distribuci ptáků, ale celkový počet druhů hnízdících v České republice zůstal nezměněný díky rovnováze mezi kolonizací a extinkcí.

5. Závěr

Formou této bakalářské práce byla provedena první studie ve střední Evropě zabývající se změnou struktury ptačích společenstev vzhledem k ekologické funkci druhů v závislosti na probíhajících krajinných a klimatických změnách. Výsledkem je klesající index biotopové specializace společenstva (CSI) za současného dlouhodobého růstu teplotního indexu společenstva (CTI). Původně různorodá ptačí společenstva se mění v homogenní, tj. jsou si více podobná co do ekologické funkce zastoupených druhů. Změna není doprovázena změnami v lokální ani celostátní druhové bohatosti. Ačkoli se domníváme, že klimatická změna generuje oba tyto trendy, vlastní procesy jsou pravděpodobně jiné, možná díky odlišným aspektům účinků klimatické změny.

Vzhledem ke klimatickým změnám se dají tyto trendy vysvětlit tím, že s rostoucí průměrnou teplotou vzduchu se posouvají hnízdní lokality teplomilnějších ptáků směrem na sever a tyto druhy vytlačují z území (konkrétně z České republiky) druhy chladnomilnější.

Důvodem poklesu CSI může být skutečnost, že méně specializované druhy obsazují nová území úspěšněji než druhy specializované a při změně podmínek prostředí jsou tak pomalu reagující specialisté znevýhodněni. Podobná situace totiž nastává při lidských zásazích do krajiny. Nárůst zemědělské plochy s rozvojem lidské populace a intenzifikace zemědělské výroby mohou lokálně ovlivňovat nejen ptačí společenstva. Heterogenní krajina skýtá řadu typů stanovišť hostících velké množství druhů, jež jsou většinou k využívání těchto stanovišť velice dobře přizpůsobeny, jsou specializovaní na určité zdroje. Vytváření rozsáhlých zemědělských ploch vede ke sjednocování krajiny a specifická stanoviště mizí a s nimi i jejich druhy. V takto se měnící krajině se budou úspěšně šířit druhy, které z uvedených změn dokážou těžit. Jsou to druhy nesespecializované, které v případě zániku jejich obvyklého zdroje snadno začnou využívat jiný dostupný zdroj. Anebo nově vzniklé podmínky umožní rozšíření druhů, které je dokážou efektivně využít, a tyto podmínky se dosud vyskytovaly jen ojediněle. Stejně tak je tomu u synantropních druhů, které se dokonale přizpůsobily prostředí lidských sídel a profitují z něho.

Dle výsledků studie nemají uvedené změny ve struktuře ptačích společenstev vliv na jejich druhovou bohatost. To může být dáno tím, že teplejší oblasti na jihu,

odkud se teplomilné druhy na území České republiky rozšiřují, nemají vyšší druhovou diverzitu než oblasti severní.

Je tedy jasné, že změny ve struktuře ptačích společenstev směrem k jejich funkční homogenizaci v České republice probíhají a že probíhají i v dalších oblastech Evropy. Pokud bude tento trend v budoucnu pokračovat, postupem času bude vlivem tohoto procesu pravděpodobně velmi uniformní krajina osídlena podobně uniformními společenstvy.

Na základě této bakalářské práce byl sepsán rukopis vědeckého článku, momentálně zaslaný do časopisu *Journal of Ornithology*.

Zdroje:

- Abrams, P.A. (1995) Monotonic or unimodal diversity productivity gradients: what does competition theory predict? *Ecology*, 76: 2019–2027. Ex Honkanen et al. (2010)
- Begon M., Harper J. L. a Townsend C. R. (1997): *Ekologie. Jedinci, populace a společenstva*. Vydavatelství Univerzity Palackého, Olomouc 1997. Str. 198.
- Blackburn, T.M., Cassey, P., Duncan, R.P., Evans, K.L. & Gaston, K.J. (2004) Avian extinction and mammalian introductions on oceanic islands. *Science*, 305: 1955–1958. Ex Kerbiriou et al. (2009)
- Boatman N. D., Brickle N. W., Hart J. D., Milsom T. P., Morris A. J., Murray A. W. A., Murray K. A. & Robertson P. A. (2004) Evidence for the indirect effects of pesticides on farmland birds. *Ibis* 146 (Suppl. 2): 131–143. Ex Voříšek et al. (2009)
- Brázdil R. Meteorologické extrémy a povodně v České republice – Přírozený trend nebo následek globálního oteplování?. In *Meteorologické extrémy a povodně v České republice – Přírozený trend nebo následek globálního oteplování?* [online]. Plzeň : [s.n.], 2002 [cit. 2011-07-21].
Dostupné z WWW: <<http://www.kar.zcu.cz/texty/Brazdil2002.htm>>.
- Carnicer, J., Brotons, L., Sol, D. & de Cáceres, M. (2008) Random sampling, abundance–extinction dynamics and nichefiltering immigration constraints explain the generation of species richness gradients. *Global Ecology and Biogeography*, 17: 352–362. Ex Honkanen et al. (2010)
- Courchamp, F., Berec, L., Gascoigne, J. (2008) *Allee effects in ecology and conservation*. Oxford University Press.
- ČHMÚ Český hydrometeorologický ústav [online]. 2011 [cit. 2011-07-9]. Územní teploty. Dostupné z WWW: <http://portal.chmi.cz/portal/dt?portal_lang=cs&nc=1&menu=JSPTabContainer/P4_Historicka_data/P4_1_Pocasi/P4_1_4_Uzemni_teploty&last=false>.
- ČHMÚ Český hydrometeorologický ústav [online]. 2011 [cit. 2011-07-9]. Praha klimentinum. Dostupné z WWW: <http://portal.chmi.cz/portal/dt?action=content&provider=JSPTabContainer&menu=JSPTabContainer/P4_Historicka_data/P4_1_Pocasi/P4_1_6_Praha_Klementinum&nc=1&portal_lang=cs#PP_Praha_Klementinum>.

- ČSÚ Český statistický úřad [online]. 2011 [cit. 2011-07-9]. Bytová výstavba, stavební povolení a stavební zakázky - časové řady. Dostupné z WWW: <http://www.czso.cz/csu/redakce.nsf/i/bvz_cr>.
- ČSÚ Český statistický úřad [online]. 2011 [cit. 2011-07-9]. Zemědělství - časové řady. Dostupné z WWW: <http://www.czso.cz/csu/redakce.nsf/i/zem_cr>.
- Davies R.G., Orme C.D.L., Storch D., Olson V.A., Thomas G.H., Ross S.G., Ding T.S., Rasmussen P.C., Bennett P.M., Owens I.P.F., Blackburn T.M., Gaston K.J. (2007) Topography, energy and the global distribution of bird species richness. *Proc R Soc B* 274: 1189–1197
- Devictor V., Julliard R., Couvet D., Lee A., Jiguet F. (2007) Functional homogenization effect of urbanization on bird communities *Conservation Biology*, 21: 741-751
- Devictor V., Julliard R., Clavel J., Jiguet F., Lee A., Couvet D. (2008a) Functional biotic homogenization of bird communities in disturbed landscapes. *Global Ecol Biogeogr* 17: 252– 261
- Devictor V., Julliard R., Couvet D., Jiguet F. (2008b) Birds are tracking climate warming, but not fast enough. *Proc R Soc B* 275: 2743–2748
- Devictor, V. & Robert, A. (2009) Measuring community responses to large-scale disturbance in conservation biogeography. *Diversity and Distribution*, 15: 122–130. Ex Kerbiriou et al. (2009)
- Divíšek J., Culek M., Jiroušek M. Biogeografie, Multimediální výuková příručka [online]. 2010 [cit. 2011-07-9]. Ostrovní biogeografie. Dostupné z WWW: <http://is.muni.cz/do/rect/el/estud/prif/ps10/biogeogr/web/index_book_3.html>.
- Donald P. F., Green R. E. & Heath M. F. (2001) Agricultural intensification and the collapse of Europe's farmland bird populations. *Proc. R. Soc. Lond. B* 268: 25–29. Ex Voříšek et al. (2009)
- Donald P. F., Sanderson F. J., Burfield I. J. & van Bommel F. P. J. (2006) Further evidence of kontinent wide impacts of agricultural intensification on European farmland birds, 1990–2000. *Agric. Ecosyst. Environ.* 116: 189–196. Ex Voříšek et al. (2009)
- Evans, K.L., Greenwood, J.J.D. & Gaston, K.J. (2005d) Relative contribution of abundant and rare species to species–energy relationships. *Biology Letters*, 1: 87–90. Ex Honkanen et al. (2010)

- Evans, K.L., Jackson, S.F., Greenwood, J.J.D. & Gaston, K.J. (2006) Species traits and the form of individual species–energy relationships. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 273: 1779–1787. Ex Honkanen et al. (2010)
- Evans, K.L., Newson, S.E., Storch, D., Greenwood, J.J.D. & Gaston, K.J. (2008) Spatial scale, abundance and the species–energy relationship in British birds. *Journal of Animal Ecology*, 77: 395–405. Ex Honkanen et al. (2010)
- Evans, K.L., Greenwood, J.J.D. & Gaston, K.J. (2005b) Dissecting the species–energy relationship. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 272: 2155–2163. Ex Honkanen et al. (2010)
- Evans, K.L., Warren, P.H. & Gaston, K.J. (2005a) Species–energy relationships at the macroecological scale: a review of the mechanisms. *Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society*, 80: 1–25. Ex Honkanen et al. (2010)
- Evans K.L., Chamberlain D.E., Hatchwell B.J., Gregory R.D., Gaston K.J. (2011) What makes an urban bird? *Global Change Biology*, 17: 32–44
- Filippi-Codaccioni O., Devictor V., Bas Y., Clobert J., Julliard R. (2010b) Specialist response to proportion of arable land and pesticide input in agricultural landscapes. *Biol Conserv* 143: 883–890
- Filippi-Codaccioni O., Devictor V., Bas Y., Julliard R. (2010a) Toward more concern for specialisation and less for species diversity in conserving farmland biodiversity. *Biol Conserv* 143: 1493–1500
- Futuyma, D.J. & Moreno, G. (1988) The evolution of ecological specialization. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 19: 207–233. Ex Kerbiriou et al. (2009)
- Hagemeijer W.J.M., Blair M.J. (eds) (1997) *The EBCC Atlas of European breeding birds. Their distribution and abundance*. T & AD Poyser, London
- Haylock M.R., Hofstra N., Klein Tank A.M.G., Klok E.J., Jones P.D., New M. (2008) A European daily high-resolution gridded dataset of surface temperature and precipitation. *J Geophys Res (Atmospheres)* 113: D20119 (doi:10.1029/2008JD10201)
- Hobbs, R.J. & Mooney, H.A. (1998) Broadening the extinction debate, population deletions and additions in California and western Australia. *Conservation Biology*, 12: 271–283. Ex Kerbiriou et al. (2009)
- Honkanen M., Roberge J.M., Rajasarkka A., Monkkonen M. (2010) Disentangling

- the effects of area, energy and habitat heterogeneity on boreal forest bird species richness in protected areas. *Global Ecol Biogeogr* 19: 61–71
- Houghton, J. T., Ding, Y., Griggs, D. J., Noguer, M., van der Linden, P. J., Xiaosu, D., eds. (2001): *Climate Change 2001: The Scientific Basis*. Cambridge University Press, Cambridge, 944 s. Ex Brázdil (2002)
- Hurlbert, A.H. & Haskell, J.P. (2003) The effect of energy and seasonality on avian species richness and community composition. *The American Naturalist*, 161: 83–97. Ex Honkanen et al. (2010)
- Hurlbert, A.H. (2004) Species–energy relationships and habitat complexity in bird communities. *Ecology Letters*, 7: 714–720. Ex Honkanen et al. (2010)
- Chamberlain D. E., Fuller R. J., Bunce R. G.H., Duckworth J. C. & Shrubbs M. (2000) Changes in the abundance of farmland birds in relation to the timing of agricultural intensification in England and Wales. *J. Appl. Ecol.* 37: 771–788.
- Janda J. & Šťastný K. (1984) Jednotný program sčítání ptáků. *Zpravy ČSO* 26: 25–33. Ex Reif et al. (2006)
- Janda J. & Řepa P. (1986) *Metody kvantitativního výzkumu v ornitologii*. Statní zemědělské nakladatelství, Praha. Ex Reif et al. (2006), Reif (2007)
- Jiguet F., Brotons L., Devictor V. (2011) Community responses to extreme climatic conditions. *Current Zool* 57: 406–413
- Jiguet, F., Gadot, A.-S., Julliard, R., Newson, S. E. & Couvet, D. (2007) Climate envelope, life history traits and the resilience of birds facing global change. *Global Change Biol.* 13: 1672–1684. (doi:10.1111/j.1365-2486.2007.01386.x)
- Jindrová Markéta. Faktory ovlivňující rychlost speciace a diverzifikace u ptáků. Praha, 2009. 29 s. Bakalářská práce. Univerzita Karlova v Praze.
- Julliard R., Jiguet F., Couvet D. (2004) Common birds facing global changes: what makes a species at risk? *Global Change*, 10: 148–154
- Julliard R, Clavel J, Devictor V, Dehorter O, Newson SE, Couvet D (2006a) Thermal range predicts bird population resilience to extreme high temperatures. *Ecol Lett* 9: 1321–1330
- Julliard, R., Clavel, J., Devictor, V., Jiguet, F. & Couvet, D. (2006b) Spatial segregation of specialists and generalists in bird communities. *Ecology Letters*, 9: 1237–1244. Ex Kerbiriou et al. (2009), Reif et al. (2010)
- Kassen, R. (2002) The experimental evolution of specialists generalists and the

- maintenance of diversity. *Journal of Evolutionary biology*, 15: 173–190. Ex Kerbiriou et al. (2009)
- Katz, R. W., Brown, B. G. (1992): Extreme events in a changing climate: Variability is more important than averages. *Climatic Change*, 21, č. 3, s. 289–302. Ex Brázdil (2002)
- Kerbiriou C., Le Viol I., Jiguet F., Devictor V. (2009) More species, fewer specialists: 100 years of changes in community composition in an island biogeographical study. *Diversity and Distribution*, 15: 641–648
- Kerr, J.T., Vincent, R. & Currie, D.J. (1998) Lepidopteran richness patterns in North America. *Ecoscience*, 5: 448–453. Ex Honkanen et al. (2010)
- Koleček J., Reif J., Šťastný K., Bejček V. (2010) Changes in bird distribution in a Central European country between 1985–1989 and 2001–2003. *J Ornithol* 151: 923–932
- Koleff, P., Gaston, K.J. & Lennon, J.J. (2003) Measuring beta diversity for presence–absence data. *Journal of Animal Ecology*, 72: 367–382. Ex Kerbiriou et al. (2009)
- Lemoine N., Bauer H.G., Peintinger M., Boehning-Gaese K. (2007) Effects of climate and land-use change on species abundance in a central European bird community *Conservation Biology*, 21: 495–503
- Lenoir J., Gegout J.C., Guisan A., Vittoz P., Wohlgemuth T., Zimmermann N.E., Dullinger S., Pauli H., Willner W., Svenning J.C. (2010) Going against the flow: potential mechanisms for unexpected downslope range shifts in a warming climate. *Ecography* 33: 295–303
- Lewis, O.T. (2006) Climate change, species–area curves and the extinction crisis. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 361: 163–171. Ex Honkanen et al. (2010)
- MacArthur, R.H. & Wilson, E.O. (1967). *The theory of Island biogeography*. Princeton University Press, Princeton, NJ. Ex Kerbiriou et al. (2009)
- Martin K., Wiebe K.L. (2004) Coping mechanisms of alpine and arctic breeding birds: Extreme weather and limitations to reproductive residence. *Integrative and Comparative Biolology*, 44: 177–185
- Marvier, M., Kareiva, P. & Neubert, M.G. (2004) Habitat destruction fragmentation and disturbance promote invasion by habitat generalists in a multispecies metapopulation. *Risk Analysis*, 24: 869–878. Ex Kerbiriou et al. (2009)

- McCracken D. I. & Tallowin J. R. (2004) Swards and structure: The interactions between farming practices and bird food resources in lowland grasslands. *Ibis* 146 (Suppl. 2): 108–114. Ex Voříšek et al. (2009)
- McKinney, M.L. & Lockwood, J.L. (1999) Biotic homogenization, a few winners replacing many losers in the next mass extinction. *Trends in Ecology and Evolution*, 14: 450–453. Ex Kerbiriou et al. (2009), Van Turnhout et al. (2007)
- Morris A. J., Wilson J. D., Whittingham M. J. & Bradbury R. B. (2005) Indirect effects of pesticides on breeding yellowhammer (*Emberiza citrinella*). *Agric. Ecosyst. Environ.* 106: 1–16. Ex Voříšek et al. (2009)
- Münchener Rück (1999): Topics 2000. Natural Catastrophes – the Current Position. Münchener Rück, München, 126 s. Ex Brázdil (2002)
- Olden, J.D. & Rooney, T.P. (2006) On defining and quantifying biotic homogenization. *Global Ecology and Biogeography*, 15: 113–120. Ex Kerbiriou et al. (2009)
- Olden, J.D., LeRoy Poff, N., McKinney, M.L., (2006) Forecasting faunal and floral homogenization associated with human population geography in North America. *Biol. Conservat.* 127: 261–271. Ex Van Turnhout et al. (2007)
- Olden, J.D., Poff, N.L., 2004. Clarifying biotic homogenization. *Trends Ecol. Evol.* 19: 283–284. Ex Van Turnhout et al. (2007)
- Östergård, H. & Ehrlén, J. (2005) Among population variation in specialist and generalist seed predation-the importance of host plant distribution alternative hosts and environmental variation. *Oikos*, 111: 39–46. Ex Kerbiriou et al. (2009)
- Owens, I. P. F., Bennett, P. M. & Harvey, P. H. (1999) Species richness among birds: body size, life history, sexual selection or ecology? *Proceedings: Biological Sciences* **266**, 7. Ex Jindrová (2009)
- PECBMS 2009: The State of Europe's Common Birds 2008. ČSO/RSPB, Praha. Ex Voříšek et al., (2009)
- Phillimore, A. B., Freckleton, R. P., Orme, C. D. L. & Owens, I. P. F. (2006) Ecology predicts large-scale patterns of phylogenetic diversification in birds. *American Naturalist* **168**, 10. Ex Jindrová (2009)
- Pimm, S.L. & Askins, R.A. (1995) Forest losses predict bird extinctions in eastern North America. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 92: 9343–9347. Ex Honkanen et al. (2010)

- Reif J., Voříšek P., Šťastný K., Bejček V., Petr J. (2007) Population increase of forest birds in the Czech Republic between 1982 and 2003. *Bird Study* 54: 248–255
- Reif J., Voříšek P., Šťastný K., Koschová M., Bejček V. (2008a) The impact of climate change on long-term population trends of birds in a central European country. *Animal Conserv* 11: 412–421
- Reif J., Jiguet F. and Šťastný K. (2010) Habitat specialization of birds in the Czech Republic: comparison of objective measures with expert opinion. *Bird Study*, 57: 2, 197–212
- Reif J. (2007) Faktory ovlivňující druhové bohatství lokálních ptačích společenstev v České republice: analýza dat Jednotného programu sčítání ptáků. *Sylvia* 43: 31–43.
- Reif J., Voříšek P., Šťastný K. & Bejček V. (2006) Trendy početnosti ptáků v České republice v letech 1982–2005. *Sylvia* 42: 22–37.
- Reif, J., Voříšek, P., Šťastný, K., Bejček, V. & Petr, J. (2008b) Agricultural intensification and farmland birds: new insights from a central European country. *Ibis* 150: 596–605. Ex Reif et al. (2010)
- Rooney, T.P., Olden, J.D., Leach, M.K. & Rogers, D.A. (2007) Biotic homogenization and conservation prioritization. *Biological Conservation*, 134: 447–450. Ex Kerbiriou et al. (2009)
- Rosenzweig, M.L. (1995) Species diversity in space and time. Cambridge University Press, Cambridge. Ex Honkanen et al. (2010)
- Siriwardena G. M., Baillie S. R. & Wilson J. D. (1998) Variation in the survival rates of some British passerines with respect to their population trends on farmland. *Bird Study* 45: 276–292. Ex Voříšek et al. (2009)
- Siriwardena G. M., Calbrade N. A. & Vickery J. A. (2008) Farmland birds and late winter food: Does seed supply fail to meet demand? *Ibis* 150: 585–595. Ex Voříšek et al. (2009)
- Sobíšek B., ed. (1993): Meteorologický slovník výkladový a terminologický. Academia, Ministerstvo životního prostředí ČR, Praha, 594 s. Ex Brázdil (2002)
- Srivastava, D.S. & Lawton, J.H. (1998) Why more productive sites have more species: an experimental test of theory using tree-hole communities. *The American Naturalist*, 152: 510–529. Ex Honkanen et al. (2010)

- Svårdson G. (1949) Competition and Habitat Selection in Birds. *Oikos*, 1: 157-174
- Tews, J., Brose, U., Grimm, V., Tielbörger, K., Wichmann, M.C., Schwager, M. & Jeltsch, F. (2004) Animal species diversity driven by habitat heterogeneity/diversity: the importance of keystone structures. *Journal of Biogeography*, 31: 79–92. Ex Honkanen et al. (2010)
- Thomson D. L., Green R. E., Gregory R. D. & Baillie S. R. (1998) The widespread declines of songbirds in rural Britain do not correlate with the spread of their avian predators. *Proc. R. Soc. Lond. B.* 265: 2057–2062. Ex Voříšek et al. (2009)
- Turner, J.R.G., Lennon, J.J. & Lawrenson, J.A. (1988) British bird species distributions and the energy theory. *Nature*, 335: 539–541. Ex Honkanen et al. (2010)
- Van Turnhout C.A.M., Foppen R.P.B., Leuven R.S.E.W., Siepel H., Esselink H. (2007) Scale-dependent homogenization: Changes in breeding bird diversity in the Netherlands over a 25-year period. *Biological Conservation*, 134: 505-516
- Voříšek, P., Klvaňová, A., Wotton, S. & Gregory, R.D. (eds) (2008) A Best Practice Guide for Wild Bird Monitoring Schemes . RSPB, ČSO, Prague. Ex Reif et al. (2010)
- Voříšek P., Klvaňová A., Brinke T., Cepak J., Flousek J., Hora J., Reif J., Šťastný K. & Vermouzek Z. (2009) Stav ptactva České republiky 2009. *Sylvia* 45: 1–38.
- Vorisek P., Jiguet F., Van Strein A., Škorpilová J., Klvaňová A., Gregory R. D. (2010) European trends in farmland birds. BOU Proceedings – Lowland Farmland Birds III. <http://www.bou.org.uk/bouproc-net/lfb3/vorisek-et-al.pdf>
- Wilson J. D., Whittingham M. J. & Bradbury R. B. (2005) The management of crop structure: A general approach to reversing the impacts of agricultural intensification on birds? *Ibis* 147: 453–463. Ex Voříšek et al. (2009)
- Wright, D.H. (1983) Species-energy theory: an extension of species-area theory. *Oikos*, 41: 496–506. Ex Honkanen et al. (2010)